

### **Anlage und Verfahren zur Fäkalschlammbehandlung und Membraneinheit**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anlage zur Fäkalschlammbehandlung mit einer Fäkalannahmestation sowie eine Membraneinheit zur Abwasserklärung, die ein Membranmodul und einen unterhalb des Membranmoduls angeordneten Spülkasten mit einem Luftanschluß aufweist, über den Spülluft zwischen senkrecht angeordnete Platten des Membranmoduls eingeblasen werden kann. Das Membranmodul weist hierbei einen Abwasserzulauf und einen Schlamm- und Permeatablauf auf. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Anlage zur Abwasserklärung mit einer entsprechenden Membraneinheit und einer Anlagensteuerung und ein Verfahren zum Betreiben einer entsprechenden Anlage.

Eines der vordringlichsten Probleme des weltweiten Umwelt- und Gesundheitsschutzes ist die Erfassung und Behandlung der Abwässer. Die Versorgung der Bevölkerung mit einwandfreiem Trinkwasser ist zwingend erforderlich. Aus wirtschaftlichen Gründen können jedoch nicht alle Haushalte an die zentralen Abwasserentsorgungssysteme angeschlossen werden, so daß die Abwässer dieser Wohnhäuser in Fäkalgruben zentral oder dezentral gesammelt werden. Die Klärung der Abwässer erfolgt durch Absetzvorgänge in den Gruben. Der Überlauf aus den in diesen Fäkalgruben gesammelten Abwässern kann über einfachste offene Grabensysteme einem Vorfluter zugeführt werden. Dadurch wird wirkungsvoll eine hohe Schadstoffeinleitung in Flüsse, Seen und Ozeane verhindert. Häufig findet zusätzlich eine biologische Abwasserreinigung nach dem Belebtschlammverfahren statt. Die Abtrennung des Belebtschlammes von dem gereinigten Abwasser kann anschließend durch Absetzen oder Filtration erfolgen. Wird das gereinigte Abwasser einer Ultrafiltration durch eine Membraneinheit zugeführt, kann es auch einer weiteren Nutzung, zugeführt werden. Die angesammelten Fäkalschlämme müssen in regelmäßigen Abständen aus den Absetzgruben entnommen werden und bedürfen einer intensiven Reinigung. Hierfür bietet sich eine zentrale Fäkalschlammbehandlung an.

Ein Membranmodul zur Filtration des Abwassers ist beispielsweise aus der europäischen Patentanmeldung EP 1 016 449 A2 bekannt. Das dort beschriebene Membran-

modul weist Filtertaschen auf, welche nebeneinanderstehend auf einer Tragplatte angeordnet sind. Oberhalb eines Filtratsammelraumes ist ein Boden mit quer zu den Filtertaschen im Bereich von Einbuchtungen verlaufenden Durchbrechungen, welche das Filtrat einem Sammelraum und einem Filtratauslaß zuführen. Derartige Filter werden zur Ultrafiltration zur Keim- und Feststoffabtrennung aus Abwasser vorgesehen. Nachteilig hierbei ist, daß die Filtertaschen beim Einsatz in grob verschmutzten Abwässern relativ schnell belegt sind und dadurch in ihrer Funktionsfähigkeit beeinträchtigt werden. Das Membranmodul bedarf daher eines relativ großen Wartungsaufwands.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Anlage zur Fäkalschlammbehandlung zu schaffen, welche die Fäkalschlämme möglichst umweltverträglich reinigt, beseitigt und aufarbeitet. Eine weitere Aufgabe ist es, ein Membranmodul zur Klärung von Abwasser einzusetzen und dabei den Wartungsaufwand des Membranmoduls zu minimieren.

Die Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche.

Eine erfindungsgemäße Anlage zur Fäkalschlammbehandlung weist eine Fäkalannahmestation und eine Einrichtung zum Separieren von Schlamm und Filtrat auf. Der Einrichtung ist jeweils ein Behälter zum Sammeln des entwässerten Schlammes und des Filtrats als Puffer zugeordnet. Nach dem Behälter für das Filtrat ist ein mit diesem Behälter verbundenes Belüftungsbecken und Nachklärbecken vorgesehen. Das Filtrat wird dabei in dem Belüftungsbecken mit einem Belebtschlammgemisch biologisch behandelt und damit auf einen äußerst niedrigen Schadstoffwert gebracht. Durch die Reinigung in der biologischen Verfahrensstufe können die CSB-Werte bis hin zu Einleitwerten für Vorfluter abgesenkt werden. Ebenso kann das Filtrat einer Ultrafiltration in einer Membraneinheit unterzogen und anschließend einer Weiterverwendung, beispielsweise als Brauchwasser, zugeführt werden. Hierdurch läßt sich der Trinkwasserbedarf eines Haushaltes erheblich senken.

Vorteilhafte Ausbildungen der Anlage zur Fäkalschlammbehandlung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Eine erfindungsgemäße Membraneinheit zur Klärung von Abwasser weist ein Membranmodul und einen unterhalb des Membranmoduls angeordneten Spülkasten mit einem Luftanschluß auf. Über den Spülkasten wird Spülluft zwischen häufig senkrecht angeordnete Filterplatten des Membranmoduls eingeblasen, wodurch die Platten des Membranmoduls von daran anhaftenden Schmutzpartikeln und Schlamm gereinigt werden. Die Spülluft spült dabei die Filterplatten des Membranmoduls mit Luft und sorgt damit für eine Verwirbelung des an den Filterplatten entlang strömenden Abwassers, wodurch diese Schlamm- und Schmutzpartikel daran gehindert werden, an den Filterplatten anzuhafte. Die Filter bleiben auf diese Weise lange durchlässig für das über die Filterplatten gereinigte Abwasser. Das Membranmodul weist hierfür einen Abwasserzulauf und einen Schlammbauflauf sowie einen Permeatablauf auf. Das Abwasser wird in dem Membranmodul in einen Schlammanteil und einen Permeatanteil aufgeteilt. Das Permeat wird über den Permeatablauf dem Membranmodul entnommen, während der abgetrennte Schlamm aus dem Membranmodul über einen separaten Ablauf abgeführt wird. Der abgetrennte Schlamm kann anschließend der Reinigung in einer Anlage zur Fäkalschlammbehandlung zugeführt werden.

Erfindungsgemäß ist zwischen dem Spülkasten und dem Membranmodul ein Sieb vorgesehen zum Verteilen der Spülluft. Die Spülluft wird durch das Sieb auf das gesamte Membranmodul verteilt, so daß die Reinigungswirkung des Membranmoduls das gesamte Membranmodul erfaßt. Das Membranmodul bleibt hierdurch sehr lange funktionsfähig, da die Filterplatten nicht mit Schlamm zugesetzt werden. Ist zusätzlich oder alternativ am Abwasserzulauf in das Membranmodul ein Sieb vorgesehen, so werden größere Schwebstoffe von dem Membranmodul abgehalten und führen ebenso zu einer Reduzierung der Verschmutzung der Filterplatten. Durch die Anordnung eines Siebs zum Verteilen der Spülluft und am Abwasserzulauf wird das Abwasser turbulent an den Filterplatten entlang geführt und verhindert somit das Anhaften von Schmutzteilen an den Filterplatten.

Als besonders vorteilhaft hat sich ein Lochblech als entsprechendes erfindungsgemäßes Sieb erwiesen. Ein Lochblech, welches insbesondere aus Edelstahl hergestellt ist, ist einfach zu fertigen und ermöglicht eine gute turbulente Strömung der Spülluft sowie des zugeführten Abwassers. Alternativ ist auch ein Maschensieb und/oder ein Spaltsieb zwischen Spülkasten und Membranmodul sowie am Abwasserzulauf einsetzbar. Auch

derartige Siebkonstruktionen ermöglichen eine vorteilhafte Strömung von Luft und Wasser, zur Erzielung eines Reinigungseffekts an den Filterplatten.

Die Strömung wird besonders vorteilhaft beeinflusst, wenn das Sieb für den Abwasserzulauf oberhalb des Siebes für die Luftzufuhr angeordnet ist. Es wird hierdurch eine Strömung erhalten, welche die Abwasserzufuhr unterstützt und ein Entlangströmen des Abwassers an den Platten und das Hindurchtreten des gereinigten Permeat durch die Filterplatten sehr vorteilhaft beeinflusst.

Ist das Sieb für den Abwasserzulauf im wesentlichen vertikal und das Sieb für die Luftzufuhr im wesentlichen horizontal angeordnet, so wird einerseits die Verteilungswirkung der Spülluft und andererseits die turbulente Strömung des Abwasserzulaufs besonders vorteilhaft unterstützt.

Vorteilhafterweise ist der Membraneinheit ein Belüfter zur Sauerstoffversorgung von Bakterien im Abwasser zugeordnet. Durch diesen Belüfter ist die Membraneinheit in einem Belebungsbecken einsetzbar und kann als Kompletteneinheit für die Aufbereitung des Abwassers sorgen. Eine derartige autarke Membraneinheit ist dadurch imstande in einer Klärgrube eingesetzt zu werden, in welcher Abwasser gesammelt wird. Sie kann in einer bestehenden oder neuen Grube oder einen Behälter eingesetzt werden. Es ist der Einsatz in einer herkömmlichen Mehrkammergrube ebenso möglich wie in einer einzigen Grube, welche mit der Membraneinheit zu einem Belebungsbecken umgerüstet wurde.

Weist der Belüfter Öffnungen in einem Luftschlauch auf, so wird das Abwasser feinbläsig belüftet. Der Belüfter ist darüber hinaus einfach herstellbar und kann sich, wenn er beispielsweise flexibel gestaltet ist, an die Form des Behälters bzw. der Abwassergrube, in welcher die Membraneinheit eingesetzt wird individuell anpassen.

Ist der Belüfter nicht flexibel ausgebildet, so ist es vorteilhaft, wenn die Position des Belüfters in Bezug zur Membraneinheit in alle Richtungen veränderbar ist. Insbesondere ein Schwenken oder Verlängern des Belüfters ist vorteilhaft, um ihn optimal in Bezug auf die Membraneinheit auszurichten und an die örtlichen Gegebenheiten in der Abwassergrube oder dem Behälter einzustellen.

Vorteilhafterweise sind Öffnungen im Spülkasten vorgesehen, um ein Entweichen von Schlamm zu ermöglichen. Durch das Sieb, welches zwischen dem Membranmodul und dem Spülkasten erfindungsgemäß angeordnet ist, kann Schlamm hindurchtreten, welcher sich im Spülkasten ansammeln würde. Hierfür sind die Öffnungen vorgesehen, durch welche der Schlamm wieder zurück in das Abwasser entweichen kann. Die Öffnungen sind vorteilhafterweise am unteren Ende des Spülkastens angeordnet, so daß der Schlamm ohne zusätzliche Hilfsmittel aus dem Spülkasten entfernt wird. Es ist meist bereits die Spülluft ausreichend, um den Schlamm durch diese Öffnungen zu entfernen.

Ist die Membraneinheit an einem Tragegestell angeordnet, so kann die Membraneinheit in eine Abwassergrube oder einen Behälter eingesetzt werden, ohne daß wesentliche Umbaumaßnahmen in der Grube oder dem Behälter vorgesehen werden müssen. Die Membraneinheit kann weitgehend komplett vormontiert auf dem Tragegestell angeordnet sein und kann insbesondere nachträglich in bestehende Gruben eingesetzt werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Tragegestell zum Einhängen oder zum Abstellen in einen Behälter, insbesondere in eine Abwassergrube ausgebildet ist. Das Tragegestell positioniert hierdurch die Membraneinheit optimal in Bezug auf die Abwassergrube. Besondere Befestigungen in der Wand der Abwassergrube oder des Behälters sind hierdurch nicht erforderlich. Das Tragegestell mit der Membraneinheit kann einfach in die Abwassergrube oder den Behälter abgesenkt werden.

Um die Membraneinheit an unterschiedliche Behälter oder Abwassergruben anpassen zu können, ist es vorteilhaft, wenn das Tragegestell eine Einrichtung zur Verstellung der Höhe der Membraneinheit aufweist. Sowohl beim Einhängen oder auch Abstellen des Tragegestelles mit der Membraneinheit wird hierdurch die Membraneinheit optimal positioniert.

Eine erfindungsgemäße Anlage zur Abwasserklärung weist eine Membraneinheit auf, welche aus dem Abwasser ein geklärtes Permeat erzeugt, welches von den Schwebstoffen in dem Abwasser abgetrennt wurde. Eine Permeatpumpe ist mit einer Permeatleitung der Membraneinheit verbunden. Die Permeatpumpe entnimmt über die Permeatleitung das Klarwasser aus der Membraneinheit und pumpt sie über eine Abfluß-

leitung einer weiteren Verwendung beispielsweise als Nutzwasser in einem Haushalt zu. Das gereinigte Abwasser kann selbstverständlich auch dem Grundwasser zugeführt werden. Die erfindungsgemäße Anlage zur Abwasserklärung weist darüber hinaus eine Anlagensteuerung auf, welche u. a. den Betrieb der Permeatpumpe steuert. Erfindungsgemäß weist die Anlage wenigstens einen Behälter mit einem Abwasserzulauf auf. In dem Behälter ist ein Wasserstandsmesser angeordnet. Die Anlagensteuerung ist mit der Permeatpumpe und dem Wasserstandsmesser verbunden. In Abhängigkeit von dem Wasserstand in dem Behälter wird die Permeatpumpe angesteuert, wobei die Permeatpumpe ein- oder ausgeschaltet, mit unterschiedlicher Fördermenge betrieben und/oder eine zusätzliche Permeatpumpe aktiviert wird. Durch die Steuerung der Permeatpumpe in dem Behälter, welcher meist eine Abwassergrube sein wird, wird sichergestellt, daß die Membraneinheit nicht austrocknet, wodurch der Filter in der Membraneinheit beschädigt werden könnte. Außerdem wird sichergestellt, daß die Abwassergrube nicht überläuft, da die Fördermenge über die Anlagensteuerung unterschiedlich eingestellt werden kann. Zusätzlich oder alternativ wird eine weitere Permeatpumpe aktiviert, wenn über den Wasserstandsmesser festgestellt wird, daß die Abwassergrube eine bestimmte Füllmenge überschritten hat. Damit wird ein Überlaufen der Grube zuverlässig verhindert.

Die Anlagensteuerung in Verbindung mit dem Wasserstandsmesser und der unterschiedlichen Fördermenge des Permeats aus dem Behälter mit Hilfe einer Veränderung der Fördermenge der Permeatpumpe oder der Aktivierung einer zusätzlichen Permeatpumpe führt zu einer Anlage, welche selbständig arbeitet und nur noch wenig gewartet werden muß. Der besondere Vorteil der erfindungsgemäßen Anlage besteht darin, daß nicht nur durch aus- und einschalten einer bestimmten Permeatpumpe, sondern vielmehr durch die Beeinflussung der Fördermenge der Permeatpumpe bzw. der zusätzlichen Aktivierung einer Permeatpumpe der Wasserstand in dem Behälter in einem bestimmten Niveau gehalten werden kann. Das Membranmodul wird dadurch schonend betrieben und bedarf somit nur wenig Wartung.

Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Anlage ist es, daß die Fördermenge auf eine geringe erforderliche Fördermenge eingestellt werden kann. Hierdurch wird das Membranmodul geschont. Die Filterplatten des Membranmoduls werden nicht durch eine unnötig hohe Besaugung zum Absaugen des gereinigten Abwassers belastet. Die

Funktionsfähigkeit der Anlage wird hierdurch über einen sehr langen Zeitraum aufrechterhalten.

Als besonders vorteilhaft und bisher nicht bekannt, weist die Anlage nur einen einzigen Behälter, insbesondere eine Grube für Grobstoffe und Abwasser auf. Die erfindungsgemäße Anlage kann auch in einer einzigen Grube vorteilhaft betrieben werden. Mehrkammergruben, wie sie üblicherweise für eine Grobentschlammung eingesetzt werden bevor das Abwasser in einer biologischen Stufe gereinigt wird, sind nicht erforderlich. Die erfindungsgemäße Anlage kann aber nichtsdestoweniger selbstverständlich auch in einer Mehrkammergrube eingesetzt werden.

Der Behälter, bei einer Mehrkammergrube insbesondere die letzte Grube, ist ein Belebungsbecken. Der darin befindliche belebte Schlamm sorgt für eine Reinigung des Abwassers, welches über das Membranmodul bzw. die Membraneinheit von dem Schlamm getrennt wird.

Ist in der Permeatleitung ein Durchflußmesser vorgesehen, der mit der Anlagensteuerung verbunden ist, so kann die Förderung der Permeatpumpe hierdurch kontrolliert werden. Der Durchflußmesser gibt ein Signal an die Anlagensteuerung, welches der aktuellen Fördermenge entspricht. Hiermit kann beispielsweise festgestellt werden, ob die Permeatpumpe ordnungsgemäß arbeitet. Darüber hinaus ist es ein Zeichen dafür, ob die Membraneinheit noch ausreichend durchlässig für das gereinigte Abwasser ist, oder ob besondere Maßnahmen, beispielsweise Wartung der Anlage oder ein Reinigungszyklus durchgeführt werden müssen.

Als weitere Maßnahme zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Anlage ist in der Permeatleitung ein Filter vorgesehen. Der Filter, welcher insbesondere vor der Permeatpumpe angeordnet ist, bewirkt eine Reduzierung der Fördermenge, wenn er verschmutzt ist. Eine Verschmutzung kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß die Membraneinheit nicht mehr ordnungsgemäß arbeitet, beispielsweise weil ein Plattenfilter der Membraneinheit zerstört ist. Der belegte Filter reduziert die Durchflußmenge, wodurch über den Durchflußmesser ein entsprechendes Signal an die Anlagensteuerung gegeben werden kann.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Permeatpumpe eine selbstansaugende Pumpe ist. Auf besondere Maßnahmen zum Betreiben der Permeatpumpe, wenn der Behälter leer ist oder beim ersten Betrieb der Permeatpumpe kann hierdurch verzichtet werden. Selbstverständlich ist die Anlage auch mit einer nicht selbstansaugenden Pumpe zu betreiben, auch wenn dies nicht die vorteilhafteste Ausführung ist.

Ist ein Gebläse mit dem Luftanschluß des Spülkastens des Membranmoduls und/oder dem Belüfter verbunden, so wird die Belebung des Behälters durch eine entsprechende Sauerstoffversorgung der Mikroorganismen bewirkt. Außerdem wird über den Luftzufuhr des Spülkastens und des Belüfters das Membranmodul gereinigt wodurch nur wenig Wartung des Membranmoduls erforderlich ist.

Vorteilhafterweise ist der Wasserstandsmesser als ein Schwimmer ausgeführt. Der Schwimmer tastet die Oberfläche des Abwassers in dem Behälter ab und gibt ein entsprechendes Signal an die Anlagensteuerung.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn zur Erhöhung der Pumpleistung eine weitere Abflußleitung aus der Permeatpumpe vorgesehen ist. Diese Abflußleitung wird bei Bedarf geöffnet bzw. geschlossen und erhöht bzw. verringert damit die Fördermenge der Permeatpumpe. Die Permeatpumpe wird bei dieser Ausführung stets mit einer gleichen Drehzahl betrieben. Lediglich durch eine Variation der zugelassenen Abflußmenge wird die Fördermenge der Permeatpumpe beeinflusst.

Weist die weitere Abflußleitung ein steuerbares Absperrventil auf, so kann sie hierdurch geöffnet, geschlossen oder in ihrem Querschnitt beeinflusst werden.

Durch ein Drosselventil, welches in der oder den Abflußleitungen vorgesehen ist, ist die Fördermenge der Permeatpumpe ebenfalls beeinflussbar.

Wird festgestellt, daß die erforderliche Fördermenge nicht erreicht wird oder daß die Reinigung des Abwassers nicht ausreichend ist, so veranlaßt die Steuerung ein Störsignal. Das Störsignal kann entweder lediglich an der Anlage optisch oder akustisch angezeigt werden. Es ist aber auch eine Fernübertragung des Störsignals beispielsweise über ein Mobiltelefon-Netz möglich. Geeignete Maßnahmen können sodann ergriffen



werden. Diese Maßnahmen können beispielsweise eine Sperrung des Zulaufs oder eine Alarmierung von Wartungspersonal sein.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben einer Anlage zur Klärung von Abwasser mit einer Membraneinheit, einer Permeatpumpe und einer Anlagensteuerung wird ein Behälter bzw. eine Abwassergrube als Belebungsbecken verwendet. Bei einer Mehrkammergrube wird die letzte Grube als Belebungsbecken betrieben. Es ist aber auch möglich eine Einkammergrube bzw. einen entsprechenden Behälter mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zu betreiben. In dem Behälter bzw. der Grube ist ein Membranmodul eingesetzt zur Trennung von gereinigtem Abwasser und belebtem Schlamm. Mittels Sauerstoffzufuhr und Mikroorganismen wird das Abwasser biologisch gereinigt. Mittels einer Ultrafiltrationsmembran des Membranmoduls wird das Belebtschlamm-Klarwasser-Gemisch physikalisch getrennt und das Klarwasser mittels einer Permeatpumpe abgesaugt.

Erfindungsgemäß wird in Abhängigkeit von dem Wasserstand in dem Behälter der Betrieb der Permeatpumpe gesteuert und dabei die Permeatpumpe ein- oder ausgeschaltet, mit unterschiedlichen Fördermengen betrieben und/oder eine zusätzliche Permeatpumpe aktiviert um eine erhöhte Fördermenge aus dem Behälter zu bewirken. Die unterschiedlichen Fördermengen bewirken ein mehr oder weniger schnelles teilweises Entleeren der Grube bzw. des Behälters, in welchem die Membraneinheit angeordnet ist. Das Entleeren erfolgt in Bezug auf das Membranmodul in besonders schonender Weise. Ist der Zufluß in den Behälter nur gering, so wird auch die Entnahme nur mit einer geringen Fördermenge erfolgen. Hierdurch werden die Filter in der Membraneinheit nur gering belastet und die Lebensdauer deutlich erhöht, da die Besaugung der Filter nur mit einer geringeren Kraft erfolgt. Wird festgestellt, daß der Behälter stark gefüllt ist, so ist es erforderlich eine größere Menge des gereinigten Abwassers aus dem Behälter zu entnehmen. In diesen Fällen wird die Fördermenge der Permeatpumpe erhöht oder eine zusätzliche Permeatpumpe aktiviert. Das Niveau in dem Behälter kann hierdurch wieder schnell auf eine gewünschte Größe zurückgeführt werden.

Vorteilhafterweise werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren mehrere Wasserstände in dem Behälter erfaßt. Wird die Permeatpumpe bis zu einem ersten tieferen Wasserstand ausgeschaltet, so wird sichergestellt, daß die Membraneinheit nicht austrocknet und das Belebungsbecken stets mit genügend Wasser gefüllt ist. Erst wenn

dieser erste tiefere Wasserstand überschritten ist, wird die Permeatpumpe mit einer normalen Fördermenge betrieben. Dieser Betriebszustand wird beibehalten bis ein zweiter höherer Wasserstand in dem Behälter erreicht wird. Oberhalb dieses zweiten höheren Wasserstandes wird die Permeatpumpe mit einer erhöhten Fördermenge betrieben, wodurch aus dem Behälter schneller das gereinigte Abwasser abgepumpt wird. Es wird somit versucht den Normalzustand zwischen dem ersten tieferen und dem zweiten höheren Wasserstand wieder zu erreichen, da dieser für das Belebungsbecken und für die Membraneinheit am günstigsten ist. Es kann noch ein dritter Wasserstand ermittelt werden, welcher über dem zweiten liegt. Dieser dritte Wasserstand kann signalisieren, daß der Zulauf gestoppt werden muß um ein Überlaufen der Grube zu verhindern.

Die Fördermenge von gereinigtem Abwasser kann auch dadurch erhöht werden, daß beim Überschreiten des zweiten höheren Wasserstandes eine weitere Abflußleitung aus der Permeatpumpe geöffnet wird. Hierdurch ist es möglich, daß die Permeatpumpe stets mit gleicher Motordrehzahl betrieben wird, durch eine Variation der Abflußleitung aus der Permeatpumpe die Fördermenge jedoch verändert wird. Dies kann durch die Öffnung der weiteren Abflußleitung aus der Permeatpumpe erzielt werden.

Selbstverständlich ist die Steuerung der Fördermenge nicht notwendigerweise an bestimmte fest eingestellte Wasserstände gebunden. Es kann eine Veränderung der Fördermenge der Permeatpumpe auch stufenlos oder in mehreren feineren Stufen an den Wasserstand angepaßt werden.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein Belüfter des Behälters in Abhängigkeit des Wasserstandes betrieben wird. Das Belebungsbecken wird dadurch gezielt mit Sauerstoff versorgt und bewirkt insbesondere, daß zu reinigendes Abwasser dem Membranmodul zugeführt wird. Durch den Belüfter wird außerdem bewirkt, daß bei einer Membraneinheit mit Sieb das Sieb durch die turbulente Strömung des zu reinigenden Abwassers gereinigt wird und nicht mit Schwebstoffen verstopft wird. Der Belüfter kann somit neben der Sauerstoffversorgung der Bakterien ganz wesentlich auch zur Reinigung der Membraneinheit dienen, welche hierdurch weniger häufig gewartet werden muß.

Wird eine Spülluft der Membraneinheit in Abhängigkeit vom Wasserstand betrieben, so kann insbesondere bei einem niedrigen Wasserstand, bei welchem die Permeatpumpe gestoppt wurde, die Spülluft immer wieder die Membraneinheit reinigen, so daß die Filterplatten einsatzbereit bleiben.

Wird der Belüfter mit Pausen betrieben, so ist auch hierdurch eine regelmäßige Reinigung der Membraneinheit und Sauerstoffzufuhr zu erhalten.

Wird mit einem Durchflußmesser die Funktionsfähigkeit der Anlage überprüft, so kann mit relativ einfachen Mitteln festgestellt werden, ob die Membraneinheit oder beispielsweise ein Kontrollfilter in der Permeatleitung verstopft bzw. beschädigt ist. Insbesondere wenn die Membraneinheit eine defekte Filterplatte aufweist, wird mehr Verunreinigung in der Permeatleitung, d. h. in dem an sich gereinigten Abwasser zu finden sein. Wird ein Sicherheitsfilter in der Permeatleitung eingebaut, so wird dieser mit Schwebstoffen sehr schnell belegt sein und den Durchfluß durch die Permeatleitung reduzieren. Der Durchflußmesser wird dies registrieren und kann ein entsprechendes Signal an die Anlagensteuerung senden bzw. abrufbereit halten.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn bei einer Störung der Anlage ein Störmelder aktiviert wird. Der Störmelder kann beispielsweise mittels Mobiltelefon einen Wartungsdienst beauftragen die Störung zu beheben. Es kann auch beispielsweise ein Absperren von Leitungen erfolgen oder die Anlage in einen Fehlerbehebungsmodus gebracht werden, in welchem die Anlage versucht den Fehler selbst zu beheben.

Zur Fehlerselbstbehebung ist es vorteilhaft, wenn ein Reinigungsprogramm gestartet wird. Das Reinigungsprogramm bewirkt dabei in vorteilhafter Weise, daß die Permeatpumpe und/oder die Belüftung und/oder die Spülluft mit Pausen betrieben wird. Hierdurch soll versucht werden beispielsweise ein verstopftes Sieb oder belegte Filterplatten wieder durchgängig zu machen.

Insbesondere wenn das Reinigungsprogramm nicht zum Erfolg führte, ist es besonders vorteilhaft, daß die Permeatpumpe und/oder die Belüftung und/oder die Spülluft zumindest zeitweise stillgesetzt wird. Es wird hierdurch verhindert, daß ein eventuell bestehender Schaden noch vergrößert wird. Insbesondere die Belüftung wird jedoch zumin-

dest zeitweise weiter betrieben werden, um das Belebungsbecken weiterhin mit Sauerstoff zu versorgen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn mit einer Druckmessung, einer Sauerstoffmessung, einer Messung des Reinigungsgrades oder einer Trübungsmessung des Permeats die Funktionsfähigkeit der Anlage überprüft wird. Diese Messungen eignen sich besonders gut um die ordnungsgemäße Arbeitsweise der Anlage zu kontrollieren, da eine Änderung dieser Parameter mittelbar oder unmittelbar auf einen Fehler in der Anlage rückschließen läßt.

Besonders einfach ist es, wenn die Trübungsmessung mit einem Schauglas durchgeführt wird, welches in der Permeatleitung angeordnet ist. Das Schauglas kann beispielsweise von einer Wartungsperson kontrolliert werden. Alternativ kann die Trübungsmessung auch photometrisch durchgeführt werden, wodurch wiederum ein Signal erzeugt werden kann, welches auf einen bestimmten Fehler rückschließen läßt.

Besonders genau ist es, wenn die Messung des Reinigungsgrades des Permeats mittels einer CSB-Messung erfolgt. Die Verunreinigung in dem Permeat wird hierdurch besonders zuverlässig festgestellt.

Weitere Vorteile der Erfindung sind in den nachfolgenden Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigen:

**Figur 1** eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anlage zur Fäkaltschlammbehandlung,

**Figur 2** schematisch eine erfindungsgemäße Anlage zur Abwasserklärung,

**Figur 3** eine erfindungsgemäße Membraneinheit und

**Figur 4** eine schematische Darstellung der Steuerung der erfindungsgemäßen Anlage zur Abwasserklärung.

In Figur 1 ist eine Anlage zur Fäkalschlammbehandlung mit den verschiedenen Verbindungen und Einrichtungen skizziert. In einer Fäkalannahmestation 1 wird häusliches und gewerbliches Schmutzwasser sowie Niederschlagswasser und Schlämme, welche beispielsweise aus dezentral gesammelten Fäkalgruben angeliefert werden, gesammelt. In diesen Fäkalschlämmen sind neben den Fäkalien auch andere Verunreinigungen, wie beispielsweise Lappen, Hygieneartikel, Laub, Steine usw. beinhaltet. Damit die Funktion der nachfolgenden Anlagenteile wie Pumpen und Entwässerungsanlagen nicht gestört wird, werden diese Feststoffe in einer Grobstoffreinigungsanlage 2 aus dem Fäkalschlamm abgetrennt. Die Grobstoffe 3 werden anschließend beispielsweise auf einer Deponie oder einer Verbrennungsanlage entsorgt.

Aus der Grobstoffreinigungsanlage 2 weiterhin abgetrennte Fäkalien 4 werden einem Fäkalspeicher 5 zugeführt. Diese mechanisch inzwischen gereinigten Fäkalschlämme weisen noch eine große Menge von Abwasser auf. Die Fäkalien werden daher einer Schlammentwässerung 6 zugeführt. Durch die Schlammentwässerung wird eine Trennung zwischen den in der Fäkalie 4 weiter enthaltenen Feststoffen 8 und Flüssigstoffen 9 durchgeführt. Die Schlammentwässerung erfolgt beispielsweise mit einer Schneckenpresse. In der Schneckenpresse wird der Schlamm durch zunehmenden Druckaufbau in der Schnecke kontinuierlich entwässert. Die Feststoffe 8 des entwässerten Schlammes liegen nach dem Entwässerungsvorgang üblicherweise in krümeliger Konsistenz vor und werden ebenso wie die Grobstoffe 3 in einer Deponie oder Verbrennungsanlage entsorgt oder über eine Kompostierungsanlage einer weiteren Verwertung zugeführt.

Aus der Schlammentwässerungsanlage 6 wird neben dem entwässerten Schlamm 8 flüssiges Filtrat 9 entnommen. Das Filtrat 9 wird wiederum in einem Behälter 10 gesammelt. Bei Bedarf wird aus dem Filtratbehälter 10 Filtrat 9 entnommen und einem Belüftungsbecken 11 zugeführt. In dem Belüftungsbecken 11 werden die festen Rückstände des Filtrats 9 hygienisiert bzw. konditioniert und das vorgereinigte Wasser biologisch behandelt.

Das Belebtschlammgemisch des Belüftungsbeckens 11 fließt in ein Nachklärbecken 12, wo der Sedimentationsvorgang den schweren Schlamm vom Reinwasser trennt. An der Oberfläche des Nachklärbeckens 12 wird weitgehend gereinigtes Abwasser durch Zu-

rückgabe in den Vorfluter entnommen. Von der Sohle wird eingedickter Schlamm 14 ins Belüftungsbecken 11 zurückgeführt oder erneut dem Fäkalspeicher 5 zugeführt.

Bevor das aus dem Nachklärbecken 12 entnommene Abwasser dem Vorfluter zugeführt wird, wird es in einem Filter 13 noch weiter gereinigt. Der Filter 13 ist vorzugsweise ein Tuchfilter, bei welchem über eine Trommel ein Nadelfilzprodukt gespannt ist und die restlichen Feststoffpartikel weitgehend aus dem gereinigten Abwasser entfernt. Dieser Filtrationsschlamm 14 wird vorzugsweise wieder dem Fäkalspeicher 5 zugeführt und kann bei der Schlammmentwässerung 6 dem Behälter 7 zugeführt werden. Eine Zuführung in das Belebtschlammbecken 11 ist ebenso möglich.

Neben der hier dargestellten Behandlung kann eine Klärung des Filtrats auch durch eine Membrananlage vorgesehen sein. Die Membraneinheit kann hierbei, wie in Figur 2 beschrieben, in einer Mehrkammergrube eingesetzt sein, ebenso kann die Klärung des Filtrats auch nur in einem einzigen Behälter mit einer Membraneinheit erfolgen.

In dem Nachklärbecken 12 ist außerdem eine Entnahmevorrichtung 15 von Schwimmschlamm und eine Rückhaltevorrichtung 16 von Schwimmbetrieb angeordnet. Hiermit wird sichergestellt, daß bei steigendem Schlamm Spiegel und erhöhter hydraulischer Belastung verhindert wird, daß Schlamm in den Vorfluter gelangen kann. Außerdem sollen im Nachklärbecken 12 möglichst alle Schwimm- und Sinkstoffe aus dem Belebtschlammwassergemisch entfernt werden, um eine möglichst schadstofffreie Abwasserabgabe zu ermöglichen.

In Figur 2 ist schematisch eine Mehrkammergrube 101 einer dezentralen Kläranlage dargestellt. Es handelt sich hierbei beispielsweise um eine vorhandene Mehrkammergrube 101, welche bisher zum Sammeln von Abwasser genutzt wurde. Das Abwasser gelangt über einen Zulauf 102 in eine erste Kammer der Mehrkammergrube 101, welche als Absetzgrube zur Grobentschlammung dient. Beispielsweise mittels eines Tauchrohrs läuft das weiterhin mit Grobschlamm durchsetzte Abwasser in eine zweite mittlere Grube, welche als Absetz- und Pufferbecken dient. Hier wird weiterer Grobschlamm abgesetzt. Der abgesetzte Schlamm muß regelmäßig aus den Gruben entnommen werden und kann in einer Anlage zur Fäkalschlammbehandlung gereinigt werden. Wiederum beispielsweise mit einem Tauchrohr gelangt das nunmehr nur noch mit

wenig Grobschlamm durchsetzte Abwasser in die letzte Grube, welche als biologische Stufe mit Ultrafiltration gegenüber der früheren Nutzung geändert wurde. Hierfür befindet sich in dieser letzten Grube eine erfindungsgemäße Membraneinheit 103 und ein Schwimmer 104. Die Membraneinheit 103 und der Schwimmer 104 sind in die bestehende letzte Grube eingesetzt, wodurch die vorhandene Mehrkammergrube 101 weiter genutzt werden kann, und wobei die im Abwasser enthaltenen Schmutzpartikel und Nährstoffe unter Luftzufuhr von einem belebten Schlamm abgebaut und zu Biomasse umgesetzt wird. Durch die Membraneinheit erfolgt die Trennung von gereinigtem Abwasser und belebten Schlamm. Der Schwimmer 104 dient zur Ermittlung zur Höhe des Wasserstandes in der letzten Grube, welcher für den Betrieb der Membraneinheit 103 maßgebend ist.

Die Membraneinheit 103 besteht im wesentlichen aus einem Spülkasten 105 und einem Membranmodul 106. In den Spülkasten 105 wird mittels einer Spülluftleitung 107 bei Bedarf Luft eingeblasen, welche durch den Spülkasten 105 hindurch in das Membranmodul 106 gelangt. Der Spülkasten 105 und das Membranmodul 106 sind mittels eines Siebes 108 voneinander getrennt. In das Membranmodul 106 tritt an dem unteren Ende das ungereinigte Abwasser ein und wird u. a. aufgrund der Spülluft von unten nach oben durch das Membranmodul 106 hindurch bewegt und mit Hilfe der darin befindlichen Filter gereinigt. Am oberen Ende des Membranmoduls 106 tritt der Schlamm aus dem Membranmodul 106 aus und gelangt wiederum in die Grube, während das durch den Filter geströmte gereinigte Abwasser über eine Permeatleitung 109 aus der Grube entfernt wird. Zum Ansaugen des noch ungereinigten Abwassers am unteren Ende des Membranmoduls 106 ist ein weiteres Sieb 110 vorgesehen, welches das ungereinigte Abwasser von groben Schwebstoffen reinigt, um die Filter in dem Membranmodul 106 nicht übermäßig mit Schmutz zu belasten. Durch die Spülluft, welche über den Spülkasten 105 durch das Membranmodul 106 strömt, werden die einzelnen Filter gereinigt, da eine insbesondere turbulente Strömung entlang der Filter entsteht und somit das Festsetzen von Schmutzpartikeln an den Filterflächen verhindert.

Schmutz, welcher durch das Sieb 108 in den Spülkasten 105 gelangt, kann aus unteren Öffnungen des Spülkastens 105 entweichen und verhindert somit eine Verstopfung des Spülkastens 105.

Das letzte Becken der Mehrkammergrube 101 ist als Belebungsbecken ausgeführt. Zur Versorgung der Mikroorganismen mit Sauerstoff ist der Membraneinheit 103 ein Belüfter 111 zugeordnet. Der Belüfter 111 führt über eine Belüftungsleitung 112 Sauerstoff in das Belebungsbecken und durch eine entsprechende Anordnung in Bezug auf die Membraneinheit 103 eine Verwirbelung vor dem Sieb 110. Diese Verwirbelung des Abwassers vor dem Sieb 110 bewirkt, daß das Sieb 110 ebenfalls frei von Schmutzpartikeln bleibt und somit nicht verstopft. Die Wartung der Membraneinheit 103 ist somit sehr gering, da sie weitgehend selbstreinigend ausgeführt ist.

Figur 3 zeigt schematisch eine Membraneinheit 103. Mit dem Spülkasten 105 ist das Membranmodul 106 verbunden. Zwischen dem Spülkasten 105 und der Membranmodul 106 ist das Sieb 108 angeordnet, durch das Luft, welche über die Spülluftleitung 107 in den Spülkasten 105 eingeleitet wird, in das Membranmodul 106 einströmt. Durch das Einströmen der Luft in das Membranmodul 106 wird Abwasser über das Sieb 110 ebenfalls in das Membranmodul 106 eingeleitet. Das Sieb 108 bewirkt eine Verteilung des Spülluftstromes auf das gesamte Membranmodul 106 sowie eine Verwirbelung des in das Membranmodul 106 eingeströmten Abwassers. Durch die Verwirbelung wird bewirkt, daß eine hier lediglich grob schematisch dargestellte Filterplatte 113 immer wieder von daran anhaftenden Schmutz gereinigt wird und somit durchlässig für das gereinigte Abwasser bleibt. Das Sieb 110 bewirkt, daß grobe Schmutzpartikel, welche sich in dem Abwasser befinden von dem Membranmodul 106 zurückgehalten werden. Lediglich feiner Schmutz muß somit vom Anhaften an der Filterplatte 113 gehindert werden. Die Filterplatte 113 ist üblicherweise nicht wie hier dargestellt ausgeführt. Genauere Ausführungen des Membranmoduls 106 mit den darin befindlichen Filterplatten 113 sind beispielsweise der EP 1 016 449 A2 zu entnehmen. Selbstverständlich sind aber auch andere Ausführungen des Membranmoduls 106 bei der vorliegenden Erfindung einsetzbar.

Um Schmutz, welcher durch das Sieb 108 in den Spülkasten 105 eindringt, wieder aus dem Spülkasten 105 entfernen zu können, weist der Spülkasten 105 an seinem unteren Ende Öffnungen 114 auf. Der Schmutz wird aus diesen Öffnungen 114 aus dem Spülkasten 105 herausgeschwemmt und kann somit den Spülkasten 105 und den Sieb 108 nicht verstopfen.



Während auf der Abwasserseite des Membranmoduls 106 der Schlamm verbleibt, dringt durch die Filterplatte 113 das gereinigte Abwasser hindurch. Der zurückgehaltene Schlamm wird über eine obere Öffnung 115 des Membranmoduls aus dem Membranmodul 106 herausgeführt. Das gereinigte Abwasser wird über die Permeatleitung 109 aus dem Membranmodul 106 und damit aus der Grube entfernt.

Bei der vorliegenden Ausführung der Erfindung ist der Membraneinheit 103 der Belüfter 111 zugeordnet. Der Belüfter 111 ist mit der Belüftungsleitung 112 verbunden. Über Verbindungen 116 kann der Belüfter 111 in seiner Position in Bezug auf den Spülkasten 105 und das Membranmodul 106 in seiner Position verändert werden. Der Belüfter 111 kann dabei sowohl verdreht als auch in seiner Länge verändert werden, wodurch das Sieb 110 bei einer entsprechenden Positionierung des Belüfters 111 von Luftblasen umspült wird und somit daran festsetzende Schwebstoffe von dem Sieb 110 entfernt werden. Der Belüfter 111, welcher einerseits für die Sauerstoffzufuhr des Belebungsbeckens sorgt, dient in zweiter Funktion somit zur Selbstreinigung der Membraneinheit 103. In der Grube können darüber hinaus weitere Belüfter installiert werden.

Die Membraneinheit 103 ist an einem Tragegestell 117 angeordnet. Sie kann hierdurch in eine bestehende Grube oder einen bestehenden Behälter eingehängt werden und bei Bedarf in ihrer Höhe mittels einer entsprechenden Verstelleinrichtung eingestellt werden. Die Membraneinheit 103 kann zur Wartung komplett aus der Grube entnommen werden. Eine Nachrüstung bestehender Gruben ist mit dieser Bauweise ohne weiteres möglich. Anstelle eines Tragegestells 117, welches wie hier dargestellt zum Einhängen in die Grube vorgesehen ist, kann selbstverständlich auch ein Tragegestell verwendet werden, welches mit Füßen versehen ist und in der Grube abgestellt werden kann.

Figur 4 zeigt ein Schema, wie eine erfindungsgemäße Anlage betrieben werden kann. In einem Behälter oder einer Grube 101' ist schematisch die Membraneinheit 103 mit dem Spülkasten 105 und dem Membranmodul 106 dargestellt. In der Grube 101' befindet sich weiterhin ein Schwimmer 104, welcher den Wasserstand des Abwassers in der Grube 101' feststellt. Über einen Ventilator 120 und die Spülluftleitung 107 wird in den Spülkasten 105 Luft eingeblasen. Der Belüfter 111 erhält die Belüftungsluft über die Belüftungsleitung 112 und einen Ventilator 121. Das gereinigte Abwasser wird über die Permeatleitung 109 und einen Filter 122 mittels einer Permeatpumpe 123 abgesaugt.

Das an der Permeatpumpe 123 abgesaugte Permeat durch eine Abflußleitung 124 und einen Durchflußmesser 125 abgepumpt. An der Abflußleitung 124 ist ein Ventil 126 angeordnet, welches den Durchfluß durch die Abflußleitung 124 verändern kann. Parallel zur Abflußleitung 124 ist eine weitere Abflußleitung 127 vorgesehen, welche ebenfalls ein Ventil 128 aufweist. Die Abflußleitung 127 und/oder die Ventile 126 und 128 werden je nach Bedarf mehr oder weniger geöffnet, um einen bestimmten Durchfluß zu ermöglichen. Durch diese Veränderung des Durchflusses und damit der Fördermenge der Pumpe 123 wird der Wasserstand in der Grube 101' beeinflusst. Ist der Wasserstand zu hoch, so wird die Fördermenge der Pumpe 123 erhöht, indem beispielsweise die Abflußleitung 127 zusätzlich zur Abflußleitung 124 geöffnet wird. Ist der Wasserstand in der Grube 101' zu niedrig, so wird beispielsweise die Abflußleitung 127 abgesperrt oder eines oder beide der Ventile 126 und 128 weiter geschlossen, um die Fördermenge der Pumpe 123 zu reduzieren. Die Pumpe 123 kann dabei mit einer einzigen Drehzahl weiterlaufen. Die Fördermenge richtet sich dabei nach der Gesamtgröße der Abflußleitungen 124 und 127.

Eine Steuerung 130 überwacht und steuert die erfindungsgemäße Anlage. In Abhängigkeit von dem Wasserstand, welcher von dem Schwimmer 104 an die Steuerung 130 übermittelt wird, wird die Pumpe 123 ein- oder ausgeschaltet. Stellt der Schwimmer 104 beispielsweise fest, daß der Wasserstand  $S_1$  erreicht wurde, so wird der Pumpbetrieb eingestellt. Bei einem Wasserstand  $S_2$  wird signalisiert, daß mehr Permeat abgepumpt werden sollte, weshalb die Abflußleitung 124 und/oder 127 vergrößert bzw. hinzugeschaltet wird. Durch das Öffnen der Ventile 126 und 128, wird die Fördermenge der Pumpe 123 vergrößert und mehr Permeat aus der Grube 101' abgepumpt. Zur Erhöhung der Fördermenge kann auch vorgesehen sein, daß eine weitere Permeatpumpe zugeschaltet wird.

Unter anderem in Abhängigkeit von dem Wasserstand wird darüber hinaus die Zuführung von Spülluft und Belüftungsluft gesteuert. Die Ventilatoren 120 und 121 werden dabei ein- oder ausgeschaltet. In einem Reinigungsbetrieb können sie auch unabhängig von der Pumpe 123 betrieben werden. Der Ventilator 121 sorgt dabei für die Sauerstoffversorgung des Belebungsbeckens in der Grube 101', während der Ventilator 120 Spülluft in den Spülkasten 105 und das Membranmodul 106 fördert und somit den Transport des Abwassers durch das Membranmodul 106 bewirkt. Insbesondere bei ei-

nem niedrigen Wasserstand, bei welchem nicht Permeat abgepumpt wird, ist der Betrieb der Ventilatoren 120 und/oder 121 mit Pausen möglich, um das Belebungsbecken weiterhin mit Sauerstoff zu versorgen und einen Belag auf dem Membranmodul 106 bzw. dessen Filter zu vermeiden bzw. regelmäßig zu lösen.

Zur Feststellung einer Störung ist der Durchflußmesser 125 und der Filter 122 vorgesehen. Ist beispielsweise das Membranmodul 106 beschädigt, so daß ungereinigtes Abwasser in die Permeatleitung 109 gelangt, so wird der Filter 122 sehr schnell verstopfen oder zumindest den Durchfluß deutlich reduzieren. Durch den Durchflußmesser 125 wird dies an die Steuerung 130 signalisiert, woraufhin über die Steuerung 130 ein Störsignal an einen Signalgeber 131 gesandt wird, welcher beispielsweise Wartungspersonal informiert. Darüber hinaus kann die Steuerung 130 einen Störbetrieb veranlassen, bei welchem durch eine intervallartige Spülung zuerst versucht wird die Filter in dem Membranmodul 106 zu reinigen. Führt dies nicht zum Erfolg, so wird davon ausgegangen, daß tatsächlich eine Wartung durchgeführt werden muß. Der Signalgeber 131 kann ein entsprechendes Signal beispielsweise per Funk, über ein Mobiltelefonnetz oder ein Festtelefonnetz an eine entsprechende zentrale Wartungsstelle senden. Darüber hinaus sind selbstverständlich auch andere Maßnahmen möglich. Beispielsweise kann der Zufluß zu der Grube 101' abgesperrt werden oder akustische oder optische Signale versandt bzw. erzeugt werden.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Ebenso sind Kombinationen der einzelnen Ausführungsbeispiele untereinander möglich. Insbesondere in der Membrananlage ist auch die Zusammenfassung verschiedener Leitungen wie der Spülluftleitung 107 und der Belüftungsleitung 112 auf einen einzigen Ventilator möglich. Eine Ansteuerung der beiden Leitungen 107 und 112 kann beispielsweise mittels zusätzlicher Ventile, welche über die Steuerung 130 angesteuert werden können, bewirkt werden. Anstelle des Durchflußmessers 125 kann auch ein anderes Meßsystem zur Ermittlung einer Störung herangezogen werden. Es kann hierdurch beispielsweise auch der Filter 122 ersetzt werden. Statt des Schwimmers kann selbstverständlich auch ein anderes Meßsystem zur Ermittlung der Wasserhöhe eingesetzt werden. Weitere Abwandlungen im Rahmen der Patentansprüche sind jederzeit möglich.

### **Patentansprüche**

1. Anlage zur Fäkalschlammbehandlung mit einer Fäkalannahmestation (1), dadurch gekennzeichnet, daß in der Anlage eine Einrichtung (6) zum Separieren von Schlamm und Filtrat angeordnet ist.
2. Anlage nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der Einrichtung (6) jeweils ein Behälter (7,10) zum Sammeln des Filtrats und des entwässerten Schlammes zugeordnet ist
3. Anlage nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Behälter (10) für das Filtrat eine biologische Abwasserreinigungsanlage angeordnet ist.
4. Anlage nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die biologische Abwasserreinigungsanlage ein Belüftungsbecken (11) und ein Nachklärbecken (12) aufweist.
5. Anlage nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Nachklärbecken (12) einen Auslauf in einen Vorfluter aufweist.
6. Anlage nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Verbindung zwischen Nachklärbecken (12) und Belüftungsbecken (11) zum Transport von eingedicktem Schlamm (14) aus dem Nachklärbecken (12) in das Belüftungsbecken (11) angeordnet ist.
7. Anlage nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Nachklärbecken (12) eine Entnahmevorrichtung (15) von Schwimmschlamm angeordnet ist.
8. Anlage nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Nachklärbecken (12) eine Rückhaltevorrichtung (16) von Schwimmbetrieb angeordnet ist.

9. Anlage nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Nachklärbecken (12) vor dem Auslauf in den Vorfluter eine Abwasserfiltrationsanlage (13) nachgeordnet ist.
10. Anlage nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Verbindung zwischen Nachklärbecken (12), Abwasserfiltrationsanlage (13) und Fäkalannahmestation (1) oder Fäkalspeicher (5) zum Transport von Nachklärschlamm (14) aus dem Nachklärbecken (12) und Filtrationsschlamm (14) der Abwasserfiltrationsanlage (13) in die Fäkalannahmestation (1) oder den Fäkalspeicher (5) angeordnet ist.
11. Anlage nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlage (6) zum Separieren von Schlamm (8) und Filtrat (9) eine Schneckenpresse ist.
12. Anlage nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an der Fäkalannahmestation (1) eine Einrichtung (2) zur Reinigung der Fäkalschlämme von Grobstoffen angeordnet ist.
13. Membraneinheit zur Klärung von Abwasser, die ein Membranmodul (106) und einen unterhalb des Membranmoduls (106) angeordneten Spülkasten (105) mit einem Luftanschluß aufweist, über den Spülluft in das Membranmodul (106) eingeblasen werden kann, wobei das Membranmodul (106) einen Abwasserzulauf und einen Schlamm- und Permeatablauf aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sieb (108,110) zwischen Spülkasten (105) und Membranmodul (106) zum Verteilen der Spülluft auf das gesamte Membranmodul (106) und/oder am Abwasserzulauf in das Membranmodul (106) zum Zurückhalten größerer Schwebstoffe angeordnet ist.
14. Membraneinheit nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß das Sieb (108,110) ein Lochblech, ein Maschensieb und/oder ein Spaltsieb ist.
15. Membraneinheit nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Sieb (110) für den Abwasserzulauf oberhalb des Siebes (108) für die Luftzufuhr angeordnet ist.

16. Membraneinheit nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Sieb (110) für den Abwasserzulauf im wesentlichen vertikal angeordnet ist.
17. Membraneinheit nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Sieb (108) für die Luftzufuhr im wesentlichen horizontal angeordnet ist.
18. Membraneinheit nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Membraneinheit (103) ein Belüfter (111) zur Sauerstoffversorgung von Bakterien im Abwasser zugeordnet ist.
19. Membraneinheit nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Belüfter (111) Öffnungen in einem Luftschlauch aufweist zur feinblasigen Belüftung des Abwassers.
20. Membraneinheit nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Position des Belüfters (111) in Bezug zur Membraneinheit (103) in alle Richtungen veränderbar ist.
21. Membraneinheit nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Spülkasten (105) Öffnungen (114) zum Entweichen von Schlamm aufweist.
22. Membraneinheit nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membraneinheit (103) an einem Tragegestell (117) angeordnet ist.
23. Membraneinheit nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Tragegestell (117) zum Einhängen oder zum Abstellen in einen Behälter, insbesondere in einer Abwassergrube ausgebildet ist.
24. Membraneinheit nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Tragegestell (117) eine Einrichtung zur Verstellung der Höhe der Membraneinheit (103) in dem Behälter, insbesondere in der Abwassergrube aufweist.

25. Anlage zur Abwasserklärung mit einer Membraneinheit (103), insbesondere nach einem der Ansprüche 13 bis 24, einer Permeatpumpe (123), die mit einer Permeatleitung (109) der Membraneinheit (103) verbunden ist und mit einer Anlagensteuerung (130), dadurch gekennzeichnet, daß die Anlage wenigstens einen Behälter mit einem Abwasserzulauf aufweist, in dem Behälter ein Wasserstandsmesser angeordnet ist, daß die Anlagensteuerung (130) mit der Permeatpumpe (123) und dem Wasserstandsmesser verbunden ist und in Abhängigkeit von dem Wasserstand in dem Behälter die Permeatpumpe (123) steuert und dabei die Permeatpumpe (123) ein- oder ausschaltet, mit unterschiedlicher Fördermenge betreibt und/oder eine zusätzliche Permeatpumpe (123) aktiviert.
26. Anlage nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlage nur einen Behälter, insbesondere eine Grube, für Grobstoffe und Abwasser aufweist.
27. Anlage nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter, bei einer Mehrkammergrube (101) insbesondere die letzte Grube, ein Belebungsbecken ist.
28. Anlage nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Durchflußmesser (125) in der Permeatleitung (109) vorgesehen ist, der mit der Anlagensteuerung (130) verbunden ist.
29. Anlage nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Permeatleitung (109) ein Filter (122) angeordnet ist.
30. Anlage nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Permeatpumpe (123) eine selbstansaugende Pumpe (123) ist.
31. Anlage nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gebläse (120,121) mit dem Luftanschluß des Spülkastens (105) des Membranmoduls (106) und/oder dem Belüfter (111) verbunden ist.

32. Anlage nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserstandsmesser ein Schwimmer (104) ist.
33. Anlage nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhöhung der Pumpleistung eine weitere Abflußleitung (127) aus der Permeatpumpe (123) vorgesehen ist.
34. Anlage nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Abflußleitung (127) ein steuerbares Absperrventil (128) aufweist.
35. Anlage nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der/den Abflußleitung/en (124,127) ein Drosselventil vorgesehen ist.
36. Anlage nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (130) ein Störsignal ausgibt.
37. Verfahren zum Betreiben einer Anlage gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 25 bis 36, wobei in einem Behälter oder einer insbesondere bestehenden Abwassergrube eine bzw. die letzte Grube als Belebungsbecken verwendet wird, in welchem ein Membranmodul (106) eingesetzt ist, und mittels Sauerstoffzufuhr und Mikroorganismen das Abwasser biologisch gereinigt wird, mittels einer Ultrafiltrationsmembran des Membranmoduls (106) das Belebtschlamm-Klarwassergemisch physikalisch getrennt wird, und das Klarwasser mittels einer Permeatpumpe (123) abgesaugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von dem Wasserstand in dem Behälter der Betrieb der Permeatpumpe (123) gesteuert wird und dabei die Permeatpumpe (123) ein- oder ausschaltet, mit unterschiedlichen Fördermengen betrieben und/oder eine zusätzliche Permeatpumpe aktiviert wird.
38. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Wasserstände erfaßt werden.
39. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bis zu einem ersten tieferen Wasserstand die Permeatpumpe (123) ausgeschaltet wird.



40. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten tieferen und einem zweiten höheren Wasserstand die Permeatpumpe (123) mit einer normalen Fördermenge betrieben wird.
41. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über dem zweiten Wasserstand die Permeatpumpe (123) mit einer erhöhten Pumpleistung betrieben wird.
42. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über dem zweiten Wasserstand eine weitere Abflußleitung aus der Permeatpumpe (123) geöffnet wird.
43. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fördermenge stufenlos an den Wasserstand angepaßt wird.
44. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Belüfter (111) des Behälters in Abhängigkeit des Wasserstandes betrieben wird.
45. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Belüfter (111) mit Pausen betrieben wird.
46. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Spülluft in Abhängigkeit des Wasserstandes betrieben wird.
47. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mit einem Durchflußmesser (125) die Funktionsfähigkeit der Anlage überprüft wird.
48. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Störung der Anlage, ein Störmelder (131) aktiviert wird.
49. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Störung der Anlage, eine Fehler-Selbstbehebung aktiviert wird.

50. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Fehler-Selbstbehebung ein Reinigungsprogramm gestartet wird.
51. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Reinigungsprogramm die Permeatpumpe (123) und/oder die Belüftung und/oder die Spülluft mit Pausen betrieben wird.
52. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Störung der Anlage die Permeatpumpe (123) und/oder die Belüftung und/oder die Spülluft zumindest zeitweise stillgesetzt wird.
53. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mit einer Druckmessung, einer Sauerstoffmessung, einer Messung des Reinigungsgrades oder einer Trübungsmessung des Permeats die Funktionsfähigkeit der Anlage überprüft wird.
54. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Trübungsmessung ein Schauglas verwendet wird.
55. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Trübungsmessung photometrisch erfolgt.
56. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung des Reinigungsgrades des Permeats mittels einer CSB-Messung erfolgt.

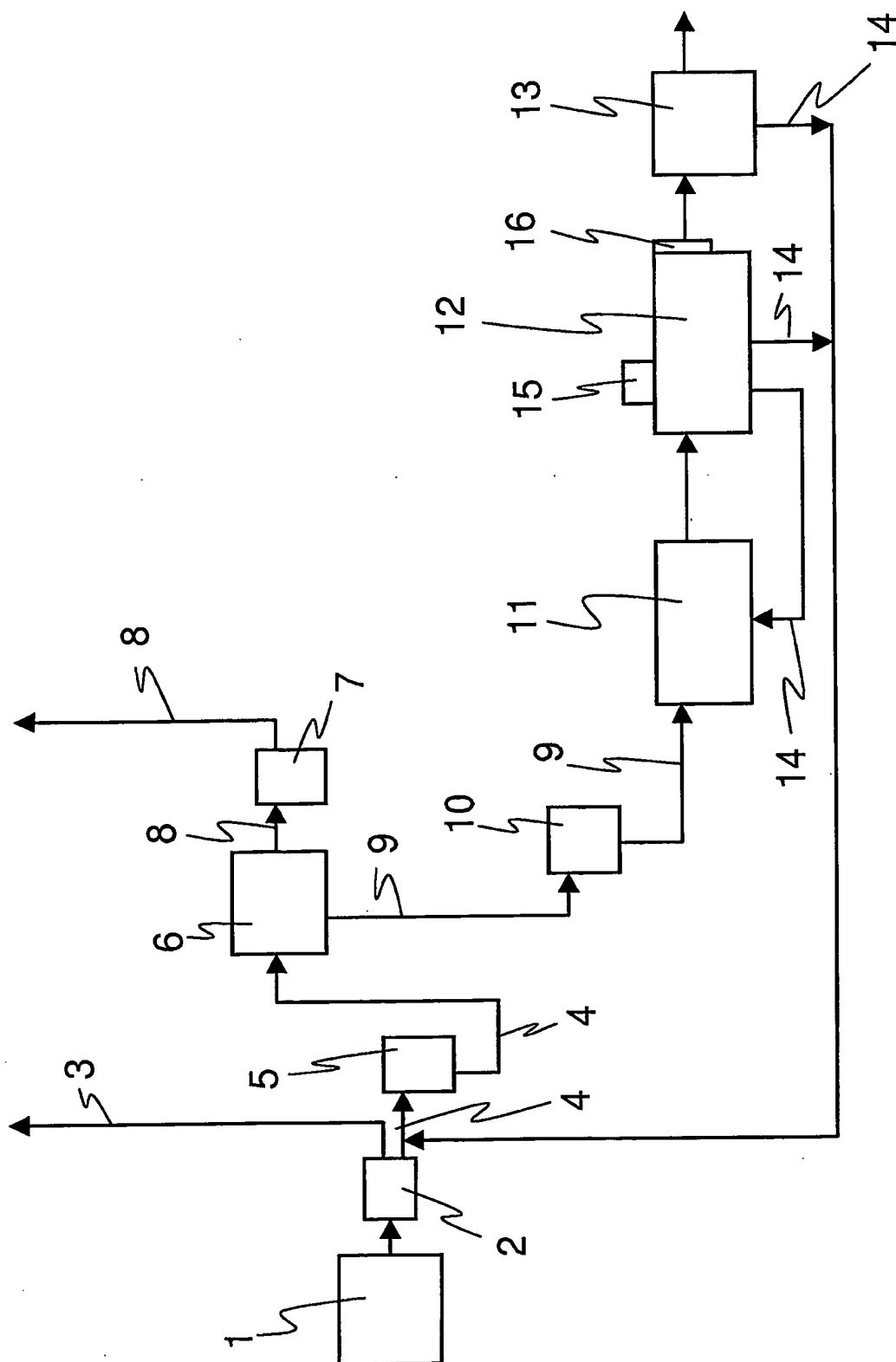


Fig. 1

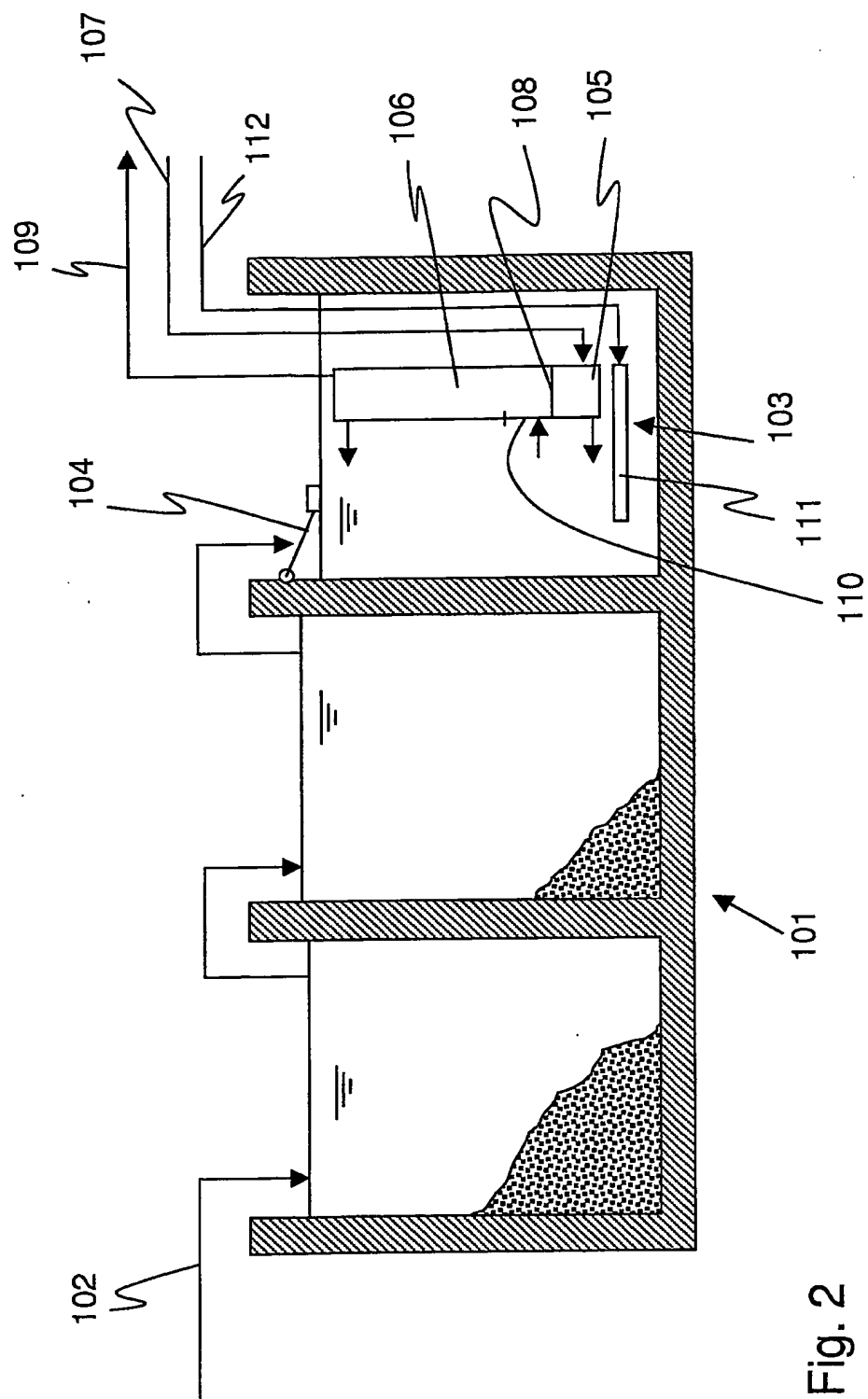


Fig. 2

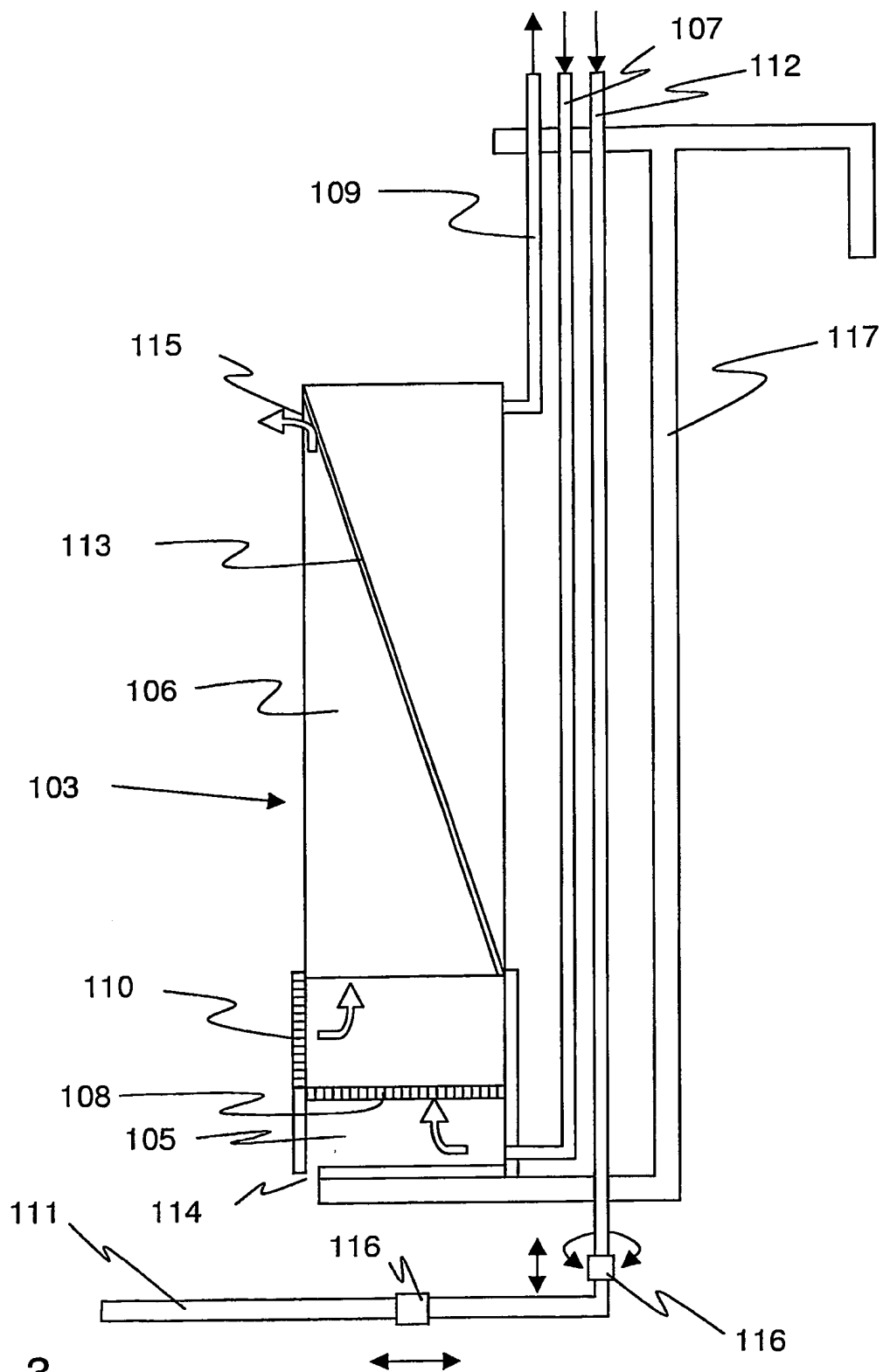


Fig. 3

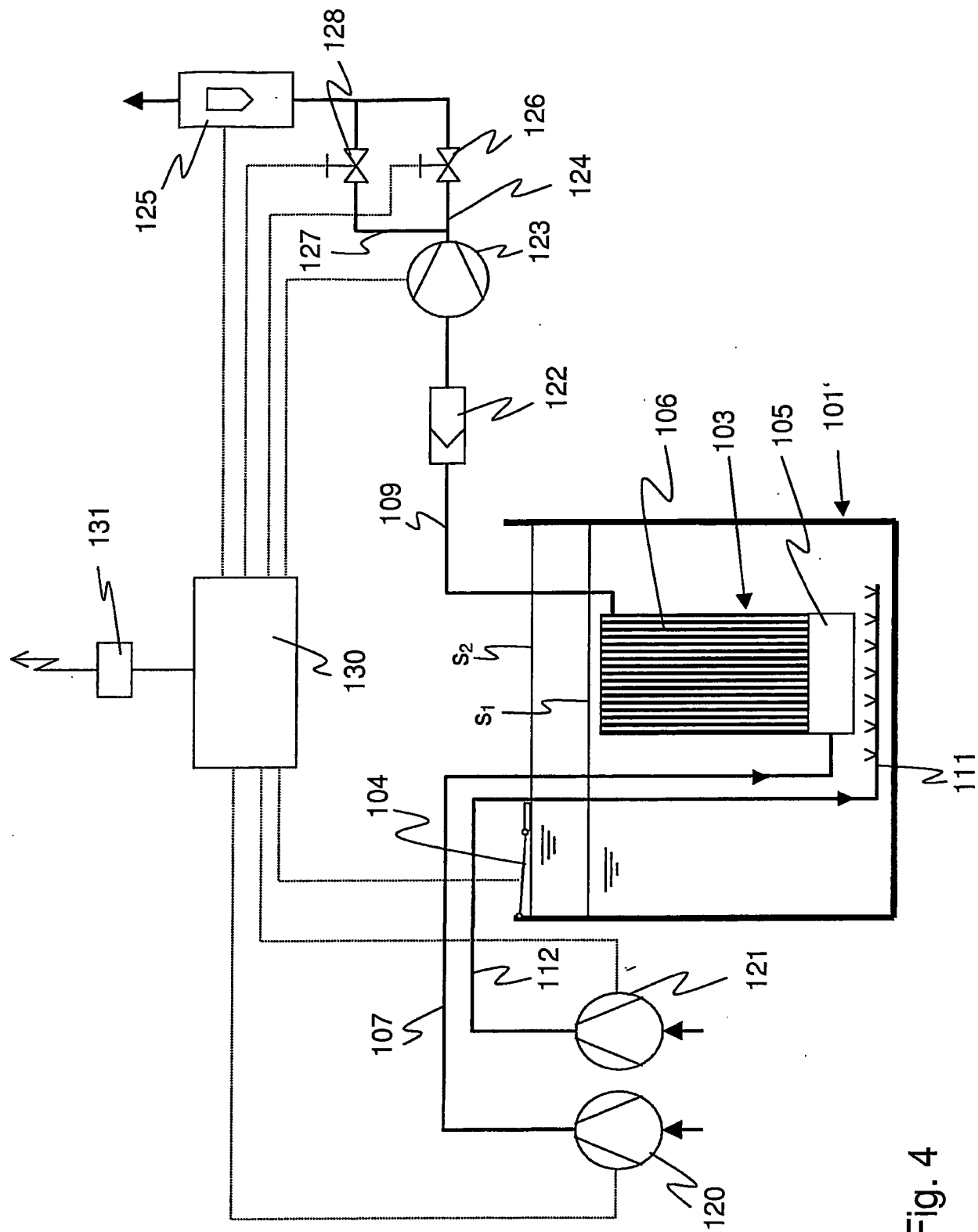


Fig. 4